

CERTIFICATE OF MAILING BY FIRST CLASS MAIL (37 CFR 1.8)

Applicant(s): Yasushi AKIYAMA et al.

Docket No.

2002JP311

Serial No.

10/519,242

Filing Date

December 22, 2004

Examiner

WU, Ives J.

Group Art Unit

1713

Invention: COMPOSITION FOR ANTIREFLECTIVE COATING AND METHOD FOR FORMING SAME

SEP 16 2005

I hereby certify that this JP 62-062520 - 8 Pages

(Identify type of correspondence)

is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: The

Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231-0001 on September 14, 2005

(Date)

MARIA T. SANCHEZ

(Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence)

Maria T. Sanchez
(Signature of Person Mailing Correspondence)

Note: Each paper must have its own certificate of mailing.

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-62520

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和62年(1987)3月19日

H 01 L 21/30
G 03 F 7/20
9/00
H 01 L 21/302
21/68

Z-7376-5F
7124-2H
7124-2H
L-8223-5F
7168-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑬ 発明の名称 パターン形成方法

⑰ 特 願 昭60-201524

⑱ 出 願 昭60(1985)9月13日

⑲ 発 明 者 田 中 稔 彦 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑲ 発 明 者 白 石 洋 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑲ 発 明 者 長 谷 川 昇 雄 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑲ 発 明 者 林 田 哲 哉 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

発明の名称 パターン形成方法

特許請求の範囲

1. 基板上にレジスト膜を形成する工程と、該レジスト膜に所定パターンを露光する工程と、前記露光後前記レジストを現像する工程を含むパターン形成方法において、前記露光前に前記レジスト上にパーフルオロアルキルポリエーテル膜あるいはパーフルオロアルキルアミン膜あるいはその混合物膜(以下総称してパーフルオロアルキル化合物と称す)を形成し、露光後に前記パーフルオロアルキル化合物膜を除去する工程を含むことを特徴とするパターン形成方法。
2. 特許請求の範囲第1項記載のパターン形成方法において基板上に位置合わせ用のパターンが形成されており、前記位置合わせ用のパターンを検出するための光を上記基板に照射して反射光を検出し、所望パターンの合わせを行う工程を含むパターン形成方法において、前記パターン検出の前に前記レジスト上にパーフルオロア

ルキル化合物膜を形成することを特徴とするパターン形成方法。

3. 特許請求の範囲第1項記載のパターン形成方法において上記露光光の波長を λ としたとき、前記パーフルオロアルキル化合物膜の膜厚がほぼ $\lambda/5.2$ の奇数倍であることを特徴とするパターン形成方法。
4. 特許請求の範囲第2項記載のパターン形成方法において上記パターン検出光の波長を λ' としたとき、前記パーフルオロアルキル化合物膜の膜厚がほぼ $\lambda'/5.2$ の奇数倍であることを特徴とするパターン形成方法。
5. 特許請求の範囲第1項もしくは第2項記載のパターン形成方法において前記パーフルオロアルキル化合物膜の形成後熱処理を加えることを特徴とするパターン形成方法。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は半導体素子、磁気バブル素子および超伝導素子などの作製に用い得る微細加工法に係り、

フォトリソグラフィおよびX線リソグラフィにおけるパターン形成方法に関する。

〔発明の背景〕

半導体回路、磁気バブルメモリ回路等の集積度は年々向上している。集積度を向上するためにパターンの微細化が求められるとともにパターン寸法の高精度化、合わせ精度向上が必要となつている。しかし光リソグラフィでは光干渉の影響を受け寸法精度および合わせ精度が低下するという問題があつた。

最初に寸法精度低下について説明する。解像度が高く、異物による欠陥発生率が低く、かつウェーハの歪をステツプアンドリピート機構により補正可能に縮小投影露光法が微細パターン形成法の主流として用いられる。縮小投影露光法ではレンズ・光学系の制約から単色光を用いており、レジスト内で光干渉が生じる。光干渉によりレジストに吸収される実効的な光量に変動するためパターン寸法に変動が生じる。第2図に示すようにレジストの膜厚が変化するとともにパターン線幅は周

期的に変動し、その変動量はSi基板の場合約 $0.3\mu\text{m}$ となる。最小の線幅は約 $1\mu\text{m}$ あるいはそれ以下が要求されており、この寸法変動による寸法精度の低下は大きな問題となつている。

光干渉による寸法精度の低下を低減する方法として多層レジスト法あるいはARC法などが提案されている。しかし多層レジスト法はレジスト層を三層または二層形成し、その後パターン転写を行つてマスクとなるレジストパターンを形成するため工程数が多くスループットが低いという問題がある。また中間層からの反射光により寸法精度の向上は必ずしも十分ではない。ARC法はレジスト下部に形成した反射防止膜を現像によりウェットエツチングするためサイドエツチ量が多く、このことによる寸法精度の低下が大きいという問題がある。なお、多層レジストに関しては特開昭第51-10775号などに記載されている。またARC法としては特開昭第59-93448号に開示されている。

次に合わせの問題を説明する。

「単色光を利用した合わせ方式はTIL(Through the Lense)方式を用いることができ、スループットおよびオフセット変動の点で有利になるため、非対称ウエーハ歪を補正することができるチツプごとの合わせ(以後チツプアライメントとよぶ)に有利である。また同じく単色光を用い、その光干渉を利用したフレネルゾーン合わせ方式の場合には焦点位置とパターン合わせを同時に行うことができ非常に有効である。しかし以下に示す問題があり、十分なパターン検出精度が得られなかつた。

基板上に形成された合わせターゲットパターンを単色光あるいは準単色光を照射しそのターゲットパターンからの反射光を使つてパターン検出する場合、従来のパターン検出方法では基板上に形成したレジストの表面で光が反射するためパターン検出光がレジスト膜内で光干渉を起こす。その結果反射光(検出光)もその影響を受け、レジスト膜厚の変化とともに光強度および位相が変化する。このためパターン検出信号が乱され、合わせ精度が低下する。例えばレジストがターゲットパ

ターンに対して非対称な膜厚で塗布されるとターゲットの位置が実際の位置からシフトした位置で検出される。つまり誤検出する。またレジストの膜厚によつてはターゲットパターン部とその他の部分との反射光強度がほとんど等しくなり、ターゲットパターンのコントラストが著しく低下、すなわちターゲットパターンの検出が極めて困難になることがある。このような問題が単色光を用いた合わせ方式にあつた。

このため、例えばフレネルゾーンパターン検出方式においてはエス・ピー・アイ・イー(SPIE)第470巻、第122~135頁(1984年)において論じられているようにターゲットパターン形状の最適化が検討されている。また特公昭第58-30736号の中で示されているように二波長検出が検討されている。しかしいずれの場合も光干渉によるパターン検出信号の劣化の防止は十分であり、改善が望まれている。

〔発明の目的〕

本発明の目的は上記従来の問題を解決し、簡便

な方法で微細かつ高精度なパターン、および合わせ精度の高いパターンの形成方法を提供することにある。

〔発明の概要〕

上記目的を達成するため、本発明はフोटレジスト膜あるいはX線レジスト膜上にパーフルオロアルキルポリエーテル膜あるいはパーフルオロアルキルアミン膜あるいはその混合物膜（以下総称してパーフルオロアルキル化合物膜と称す）を形成するものである。パーフルオロアルキル化合物膜は透明であり、また屈折率も約1.3であることから上記レジストの反射防止膜となる。透明な反射防止膜により入射光量の損失なしにレジスト表面での反射光を低減し、レジスト膜内での光多重干渉によるパターン寸法精度の低下を防止する。またパターン検出信号の劣化を低減する。

以下本発明の原理を詳細に説明する。

最初に寸法精度向上の原理を説明する。

基板から反射してくる光と入射光との干渉など逆方向に進む光同士の干渉はレジスト膜厚方向の

光強度分布を変化させ、レジストの断面形状を波打たせる‘定在波’とよばれる現象をひきおこすが、レジストに吸収される全光量は変化せず寸法精度に与える影響は少ない。一方、レジスト上面から反射してくる光と入射光など同方向に進む光同士の場合を考えるとレジスト膜厚の変化に応じその光同士の位相差が変化するため、レジスト膜厚が変化するとレジスト内でのこれらの光の干渉光の光強度は増減する。つまりレジスト膜厚に応じてオーバー露光あるいはアンダー露光になり、その結果寸法精度が低下する。

寸法精度を向上させるためには同方向に進行する反射光を低減すればよい。つまりレジスト上面での反射光を低減すれば十分である。露光光の減衰なしにレジスト上面からの反射光を低減するため透明な、すなわち吸収係数の小さな光干渉を利用した反射防止膜をレジスト上に形成する。すなわち、第3図に示すように基板からレジスト表面へ向かう光31の反射防止膜/レジスト界面32aからの反射光34と大気/反射防止膜界面32bか

らの反射光35を干渉させて反射光を十分小さくする。なおこの場合、透過光36の光量は入射光31の光量に近づき、無反射になったとき光量の損失なく完全に透過する。

反射防止の原理からレジストの露光光に対する屈折率を n 、露光光の波長を λ とすると反射防止膜の屈折率 n' を \sqrt{n} 、その膜厚を $\lambda/4n'$ の奇数倍に近づけるほどこの反射防止の反射率（振幅比）は低減する。フェノールノボラック系のレジストの屈折率は約1.7などで反射防止膜に求められる最適な屈折率は約1.30である。パーフルオロアルキルポリエーテルあるいはパーフルオロアルキルアミンあるいはその混合物の屈折率は約1.31であり、この膜を反射防止膜に用いるとレジスト上面の反射率を大幅に低減することが可能となり、寸法精度を向上することができる。

次に合わせ精度向上の原理を説明する。

レジスト膜内で光が多量に干渉すると基板から反射してくる反射光もその影響を受け前述のようにパターン検出精度が低下する。この問題を解決

するために前述の反射防止膜をレジスト上に形成して外気/レジスト界面の反射光を低減し完全透過面化する。パーフルオロアルキルポリエーテルパーフルオロアルキルアミンおよびその混合物は透明であり、その屈折率（約1.31）によりレジスト上面をほぼ完全透明化することができる。パターン検出の際のパーフルオロアルキルポリエーテル膜の最適な膜厚はパターン検出光の波長 λ' の $1/4n'$ すなわち約 $\lambda'/5.2$ である。また反射防止膜がパーフルオロアルキルアミンあるいはパーフルオロアルキルアミンとパーフルオロアルキルポリエーテルの混合物からなるときも同様に最適な膜厚は約 $\lambda'/5.2$ である。

レジスト上へのパーフルオロアルキルポリエーテルあるいはパーフルオロアルキルアミンあるいはその混合物のオーバーコートにより合わせ検出信号はレジスト膜内光干渉によるノイズに乱されることのない良好なものとなり、合わせ精度が向上する。

〔発明の実施例〕

以下、本発明を実施例を用いて説明する。

実施例1

第1図(a)に示すように段差のあるSi基板1上にレジスト2をスピン塗布し、その後90℃、10分のベークを行い溶媒を揮発させてレジスト膜を形成した。Si基板1上のパターンは格子状パターン、凹パターン、凸パターン等であり、そのパターンの高さは約0.1~0.6 μm とした。レジストにはMP1300(シツプレー社商品名)を用い、その膜厚は平坦面上で約1.0 μm とした。ただし十分に基板段差をカバーできる膜厚であれば、レジストの膜厚は1.0 μm に限る必要はない。また段差も0.1~0.6 μm に限定する必要はない。また前述以外の形状でも問題はない。Si基板に限る必要もなく、例えばPSG(リンガラス)、 SiO_2 、W、Al、ポリイミド、SiN、GaAsなどでも問題ない。またレジストにはOFPR800、ONPR830、OFPR5000(以上東京応化(株)社商品名)、AZ1350J(マイクロボジツト社商品名)、HPR204(Hunt社商品名)などのフェノールノボラツ

ることができる。

このようにしてパーフルオロアルキルポリエーテルからなる反射防止膜3をレジスト2上に形成した後、第1図(c)に示すように波長436 μm の光を用いて通常の露光を行った。その後第1図(d)に示すようにフレオン^㉔を用いて反射防止膜3を除去した。フレオン^㉔はレジストを溶かさず、変質も起こさなかった。反射防止膜3の除去剤としてはフレオン^㉔などの炭化水素のフルオロロ置換体類の他に低分子量のパーフルオロアルキルポリエーテル、例えばGALDEN^㉕(モンテジソン社商品名)なども用いることができる。

その後第1図(e)に示すように現像を行ってSi基板1上にレジストパターン2'を形成した。パーフルオロアルキルポリエーテルからなる反射防止膜3のない場合のパターン寸法精度は約 $\pm 0.15\mu\text{m}$ であつたが、以上の工程により寸法の変動量が約 $\pm 0.05\mu\text{m}$ 以下の高精度なレジストパターン2'をSi基板に形成することができた。

ク系レジスト、RD2000N、RU1000N(日立化成工業(株)製商品名)、MP23(シツプレー社商品名)などのポリビニルフェノール系レジスト、KTFR(kodak社商品名)CBR(日本合成ゴム(株)社商品名)などの環化ゴム系レジストなどのいかなるフォトリソレジストも用いることができる。しかる後第1図(b)に示すようにレジスト2上にパーフルオロアルキルポリエーテルを約65~100nmの膜厚で塗布形成した。パーフルオロアルキルポリエーテルとしては例えばモンテジソン社のFOMBLIN^㉖、デュボン社のKRYTOX^㉗などがある。また塗布膜厚を制御するために溶液を希釈したが、その希釈液には低分子量のパーフルオロアルキルポリエーテルやフレオン^㉔(デュボン社商品名)などを用いた。なお、一般に、有機化合物の水素をフッ素におきかえた化合物は、もとの有機化合物より屈折率が低下することが知られている。従つて、上記の市販のパーフルオロアルキルポリエーテルに換らず、相当数の水素をフッ素に置きかえたアルキルポリエーテルも用い

なお、上記実施例では波長436nmの露光光を用いた場合を示したが、波長が405nmの露光光の場合にはパーフルオロアルキルポリエーテル反射防止膜3の膜厚を約60~85nm、波長が365nmの場合には膜厚を約55~85nmにすることにより上記実施例と同様に寸法の変動量を $\pm 0.05\mu\text{m}$ 以下することができた。

実施例2

実施例1において露光光と同じ波長の光を用いてマスク合わせを行った。このときの基板1上のターゲットパターンには凹パターン、凸パターン、ダブスリットパターン、格子状パターン、ドットパターン、孔パターンを用い、おのおのについてパターン検出信号を観測し、また合わせ精度を評価した。その結果、レジスト塗布ムラによる信号波形の非対称性、光干渉による信号強度の低下コントラストの低下を低減することができ、合わせ精度が向上した。

実施例3

平坦なSiウエーハ上にレジストを約1.0 μm

塗布した。レジストの膜厚のバラツキは約 $\pm 0.05 \mu\text{m}$ であつた。ウエーハはSiに限らずGaAsでも問題ないし、基板表面もSiのみならず SiO_2 、 SiN ポリミド、Al、W、 WSi_2 、 MoSi_2 などでも問題ない。その後1枚の基板はそのまま露光し、他の基板にはレジスト上にパーフルオロアルキルポリエーテル膜を形成し、その後露光した。露光波長は 436nm であり、パーフルオロアルキルポリエーテル膜の膜厚は基板ごとに $0 \sim 160\text{nm}$ まで変化させた。露光後パーフルオロアルキルポリエーテル膜を除去し、その後現像を行なつてパターンを形成した。その結果、通常の方法では約 $\pm 0.16 \mu\text{m}$ あつた寸法バラツキが図4に示すように低減した。特にパーフルオロアルキルポリエーテル膜の膜厚が $436\text{nm}/5.2$ である約 84nm のとき寸法バラツキは最小となり、約 $\pm 0.015 \mu\text{m}$ まで低減することができた。なお、本実施例ではレジスト膜厚が $1.0 \mu\text{m}$ の場合を示したがこの膜厚に限らない。また露光波長も 436nm に限らない。例えば 405nm

や 365nm も用いることができ、また多波長でもよい。

実施例4

第5図(a)に示すように段差のあるSi基板51上にレジストをスピン塗布し、その後約 200°C で30分のベークを行い三層レジストの下層レジスト52を形成した。Si基板上的パターンは格子状パターン、凹パターン、凸パターン、などであり、最大約 $1.5 \mu\text{m}$ の段差まで各種段差を形成しておいた。レジストにはMP1300(シツプレー社商品名)を用い、その膜厚は平坦面上で約 $2.0 \mu\text{m}$ とした。 200°C で30分の熱処理により下層レジスト52の表面の段差は緩和された。なお、下層レジスト52の材料および膜厚は上記例に限らず、一般に下層レジストに用いられるものは問題なく用いることができる。基板段差も上記例に限らない。基板にはAlなどの金属膜、 SiO_2 などの絶縁膜、ポリイミドなどの有機膜、Geなどの半導体膜が被着されていても問題はない。

その後三層レジストの中間層53としてSOG

(Spin on Glass)を約 $0.18 \mu\text{m}$ の膜厚で形成した。SOGには東京応化(株)のOCDを用いた。中間層53の材料は上記例に限らず、一般に中間層に用いられている材料、例えば SiO_2 、 SiN などの絶縁膜、有機Tiなどの金属化合物、Wなどの金属、Siなどの半導体も用いることができる。膜厚も $0.18 \mu\text{m}$ に限らない。

その後パターン形成用としてレジスト層54を形成した。レジストにはMP1300を用いたが、実施例1と同様にすべてのレジストを用いることができる。

次に第5図(b)に示すように、パーフルオロアルキルポリエーテルからなる反射防止膜55をレジスト層54上に形成した。その膜厚は約 70nm である。

その後、波長 365nm の光を用いてパターンニングを行い、その後、パーフルオロアルキルポリエーテル膜を除去した。しかる後現像を行い第5図(c)に示すようにレジスト層にパターン54'を形成した。その後、第5図(d)に示す

ようにドライエッチングによりパターン54'を中間層53に転写し、中間層に転写パターン53'を形成した。しかる後、第5図(e)に示すようにパターン53'をマスクにして下層レジストにパターン転写してパターン52'を形成、つまり三層レジストのパターンを形成した。

その結果、パーフルオロアルキルポリエーテル反射防止膜のない通常の三層レジストでは約 $\pm 0.04 \mu\text{m}$ あつた寸法バラツキが、反射防止膜を形成することにより約 $\pm 0.01 \mu\text{m}$ 以下に低減した。

なお、上記実施例は波長が 365nm の場合であるが、この波長に限らない。また三層レジストの場合を示したが二層レジストの場合も同様に効果があつた。

実施例5

実施例2において露光光と波長の異なる水銀のe線(546nm)d線(577nm)、HeNeレーザー光(633nm)などを用いてマスクアライメントを行つた。パターン検出信号は反射防止

膜のない場合に比べ良好となり、合わせ精度も向上した。特にパーフルオロアルキルポリエーテル反射防止膜の膜厚をパターン検出光の波長 λ' の $1/5.2$ 、すなわち、e線、d線、HeNe光をそれぞれに対し約105nm、110nm、120nmに設定したとき合わせ検出信号は最も良好となり、合わせ精度が向上した。

なお、実施例においてはe線、d線、HeNe光を用いたが他の単色光あるいは多色光でも同様に効果があった。なお、マスクアライメントに関してはRE-5000P(日立化成(株)商品名)のようなX線に感度をもつレジストも用いることができる。

実施例6

実施例4において水銀のe線、d線、HeNe光を用いてマスクアライメントを行った。ターゲットパターンは実施例2と同じく凹パターン、凸パターン、ダブルスリットパターン、格子状パターン、ドットパターン、孔パターンを用い、おのおの場合について検討した。多層レジストにおいても

露光光と異波長の光を用いてパターン検出を行うことによりパターン検出光強度は十分であり、反射防止膜によりパターン検出信号の非対称性、コントラストの低下を低減することができた。特に多層レジストの場合はレジスト上面の平坦度が高いため反射防止膜の膜厚が均一となり、その結果単層レジストに比べ低減効果が大きであった。さらにパーフルオロアルキルポリエーテル膜の膜厚をパターン検出光の波長 λ' の $1/5.2$ 、すなわちe線、d線、HeNe光それぞれに対し約105nm、110nm、120nmにしたときパターン検出信号波形は直接基板を検出した場合(レジストレス)とほぼ同等な良好なものとなり、レジストによる光干渉の影響を排除することができた。その結果、合わせ精度は従来の約 $0.3\mu\text{m}$ から約 $0.2\mu\text{m}$ へ向上し、ほぼ装置起因の合わせ精度まで合わせ精度を向上することができた。

なお実施例においてはe線、d線、HeNe光を用いたが、下層レジストを透過する光であれば他の波長の光でも同様に効果がある。

実施例7

フレネルゾーンパターンが形成されているSi基板上にレジストを塗布・形成し、その後パーフルオロアルキルポリエーテル膜をレジスト上に形成した。その膜厚は約120nmである。その後HeNeレーザ光を用いてパターン位置検出および合焦点位置検出を行った。パーフルオロアルキルポリエーテルよりなる反射防止膜を形成することによりパターン位置検出および合焦点位置検出信号はシャープになり、検出精度が向上した。

なお検出光はHeNeレーザ光に限らず他の単色光を用いることができる。また単層レジストの代わりに多層レジストを用いることもできる。またフレネルゾーンパターンに限らず、回折格子パターンのように干渉あるいは回折を利用した合わせターゲットパターンを用いて実験した結果、パーフルオロアルキルポリエーテル膜をレジスト上にオーバーコートする本方法は極めて有効であった。

実施例8

上記実施例1~7においてパーフルオロアルキルポリエーテル膜をレジスト上に形成した後、約90℃10分の熱処理を行った。熱処理によりパーフルオロアルキルポリエーテル膜の膜厚の経時変化が低減し、パーフルオロアルキルポリエーテル膜形成後の処理の放置時間裕度が増した。なお熱処理条件は上記例に限らず、レジストの感光特性および現像特性を劣化させない範囲であればよい。

以上実施例1~8においては反射防止膜がパーフルオロアルキルポリエーテル膜からなる場合を説明したが、パーフルオロアルキルポリエーテルの代わりにパーフルオロアルキルアミンあるいはパーフルオロアルキルアミンとパーフルオロアルキルポリエーテルなどパーフルオロアルキル化合物を用いて同様に効果があつた。パーフルオロアルキルアミンとしては例えばフロリナート(住友スリーエム社商品名)などがある。

〔発明の効果〕

上記のように本発明によれば簡便な方法で寸法

精度の高いパターンを形成することができる。また精度の高い合わせパターン検出を行うことができるので合わせ精度が向上する。

寸法精度および合わせ精度を向上することができるので、回路の高集積化、チップ面積の縮小化を行うことができ、また電気特性の安定した高品質な素子を高い歩留まりで得ることができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す工程図である。第2図は従来法の問題点を説明する図である。第3図は本発明の原理を説明するための図である。第4図は本発明の効果を示す曲線図である。第5図は本発明の一実施例を示す工程図である。

1…Si基板、2…レジスト、3…反射防止膜、4…マスク、5…UV光、2'…レジストパターン、31…基板、32…レジスト、33…反射防止膜、33a…反射防止膜とレジストとの界面、33b…外気と反射防止膜との界面、34…基板から反射防止膜へ向かう光、35…反射防止膜／レジスト界面から基板へ向かう反射光、36…外

気／反射防止膜界面から基板へ向かう反射光、

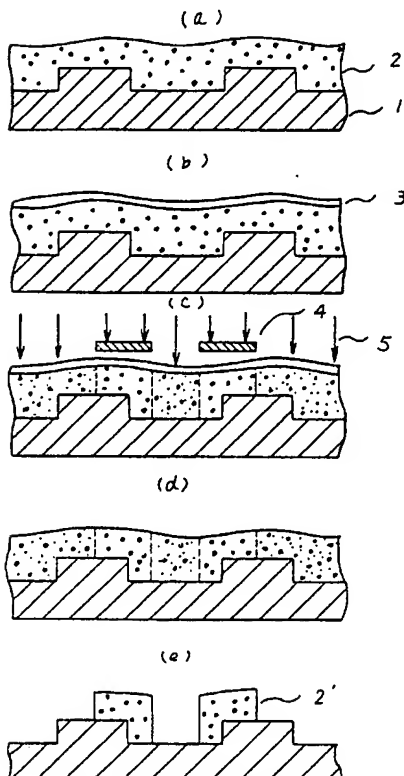
37…外気へ向かう透過光、51…Si基板、

52…下層レジスト、52'…下層レジストに転写されたパターン、53…中間層、53'…中間層に転写されたパターン、54…レジスト、

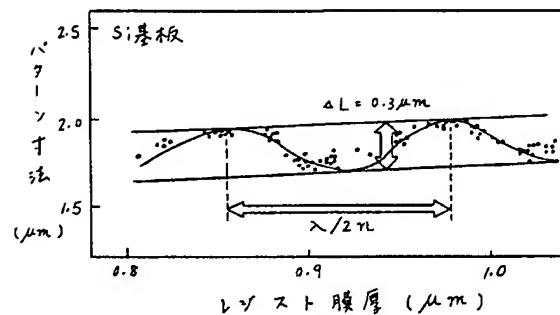
54'…レジストパターン、55…パーフルオロアルキルポリエーテル反射防止膜。

代理人 弁理士 小川勝男

第1図



第2図



第3図

